

ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ СОДОВОГО ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ В ВЕНГРИИ

ДЬ. ВАРАЛЛЯИ

Научно-исследовательский Институт Почвоведения и Агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

В северо-западной части Венгрии, в районе населенного пункта Иван, можно наблюдать особый случай содового засоления почв. Здесь, в предальпийском ландшафте, в относительно влажном ареале распространения дуба (средне-годовое количество осадков 630 мм), засоленные почвы встречаются небольшими массивами среди бурых лесных почв. Образование их проходило в последние 150—200 лет в естественных (богарных) условиях. В возникновении этих почв особую роль играла сода.

Район, где встречаются засоленные почвы, представляет собой закрытый бассейн, окруженный со всех сторон холмами.

Бассейн еще несколько сот лет тому назад имел благоприятные условия стока. Гидрологические условия того времени не влияли в значительной степени на процессы почвообразования. Большую часть территории покрывали дубовые леса, под которыми образовались бурые лесные почвы. В некоторых местах на глубине 1—2 м можно встретить следы этих почв. В более пониженных элементах рельефа, под луговой травянистой растительностью образовались луговые почвы, районы распространения которых не отличались комплексностью почвенного покрова, создаваемой пятнами засоленных почв.

Довольно значительные изменения в природных условиях данной территории произошли 150—200 лет тому назад под влиянием деятельности человека, в результате вырубки лесных массивов, что являлось закономерным для развития общества того времени. В результате этого безлесным стал не только сам бассейн, но и склоны окружающих его холмов. После вырубки леса, на обнаженных склонах холмов, там, где почвы имеют неблагоприятные водно-физические свойства из-за наличия галечных, цементированных глиной прослоек, находящихся на глубине 20—40 сантиметров (Рис. 1), началась интенсивная эрозия. Это привело к постепенному заполнению, перекрытию долины, и в конечном итоге к полному лишению ее стока.

Иванский бассейн не только по рельефу представляет собой бессточное углубление, но отличается также по геологическому строению, имея своеобразную форму «котла»: водонепроницаемый, цементированный глиной плейстоценовый галечник (который на дне бассейна залегает на глубине 4—6 метров от поверхности) на склонах бассейна неожиданно выходит к поверхности (20—40 сантиметров!).

Форма бассейна, его своеобразное геологическое строение приводят к тому, что воды атмосферных осадков, выпадающих на данную территорию, двигаются по поверхности или под поверхностью почвы (например по водонепроницаемой галечной прослойке подповерхностного склона), в сторону пониженной части бассейна (Рис. 1.).

Вода, просачивающаяся в почву, соприкасаясь с новыми и новыми слоями, растворяет часть солей, содержащихся в осадочных отложениях. Большинство отложений, слагающих бассейн (плейстоценовая галька, плейстоценовый песок, супесь), содержат незначительное количество солей, представленных главным образом солями кальция и магния. В воде кальциево-магниевых гидрокарбонатного типа солей содержится 650—700 миллиграммов на литр, Na^+ составляет только 5—7 процентов (Табл. 1., образец воды — I.).

Более существенные изменения происходят при просачивании воды через слой глинистого лёсса небольшой мощности, в результате чего вода обогащается натрием, в первую очередь гидрокарбонатом натрия. Последний в определенных условиях может преобразоваться в соду.

Несмотря на то, что гидрокарбонат натрия и особенно сода находятся здесь в незначительных количествах, они существенно изменяют свойства почвы, повышают pH среды и коренным образом изменяют условия растворимости. Подавляющее большинство растворенных в воде карбонатов кальция и магния (даже гидрокарбонатов) в результате снижения их растворимости переходят в нерастворимые формы, т. е. выпадают в осадок, образуя известково-аккумулятивный горизонт, и в воде уже значительную роль играют

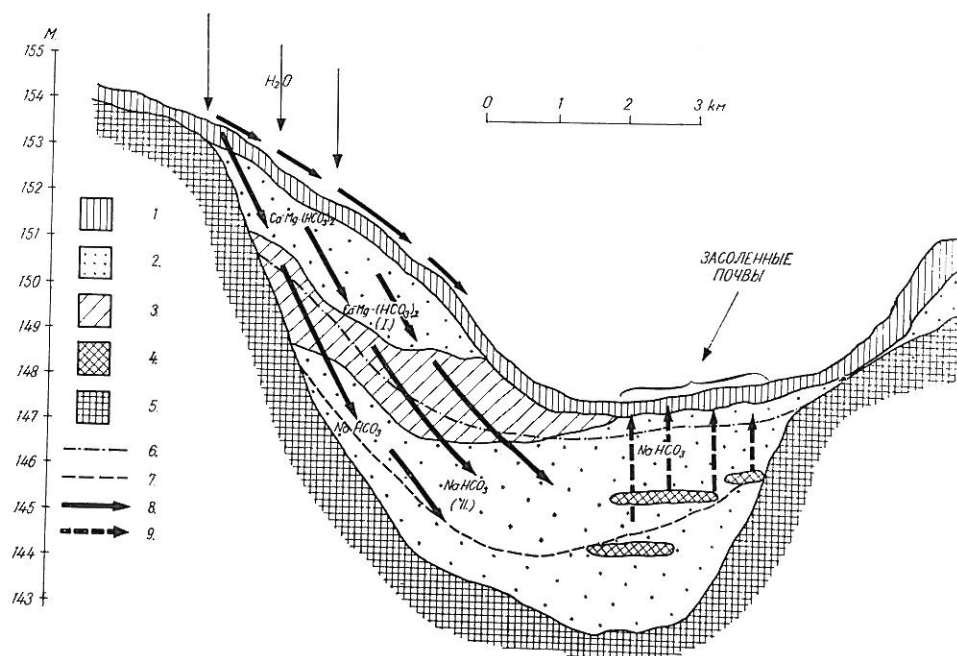


Рис. 1.

Схема образования засоленных почв. 1. Гумусированный поверхностный слой почвы. 2. Плейстоценовый песок и плейстоценовая супесь. 3. Плейстоценовый глинистый лёсс. 4. Линзы глины. 5. Водонепроницаемая, сцементированная глиной галька. 6. Самый высокий (максимальный) уровень залегания грунтовых вод. 7. Самый низкий (минимальный) уровень залегания грунтовых вод. 8. Направление движения вод. 9. Направление влияния грунтовых вод.

Таблица 1.

Данные химических анализов грунтовых вод

	Образцы грунтовой воды	
	I.	II.
pH	7,87	9,12
Сухой остаток мг/л	658	700
Na ₂ CO ₃ мг. экв./л	—	0,98
HCO ₃ ⁻ »	8,56	10,33
Cl ⁻ »	0,60	0,84
SO ₄ ²⁻ »	1,07	0,19
Анионы »	10,23	11,36
Ca ²⁺ »	7,66	0,93
Mg ²⁺ »	2,09	1,23
Na ⁺ »	0,56	8,87
K ⁺ »	0,03	0,10
Катионы »	10,34	11,13
Q = $\frac{Na^+}{(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+)}$	5,4	79,6
Тип воды	Ca(Mg) — HCO ₃	NaHCO ₃
Уровень гр. XI. 1962.	340	260
воды см. IV. 1963.	220	85

ионы натрия. В этих случаях общее содержание солей в воде не превышает 650—700 мг/литр, но содержание натрия повышается до 75—85 процентов (Табл. 1, образец воды II.).

Концентрирование растворов, характерное для бессточных бассейнов, в Иванском бассейне отличается специфичностью, а именно: количество воднорастворимых солей не увеличивается, но их состав становится односторонне содово-натриево-гидрокарбонатным, и pH повышается до значения 9 и выше (водорастворимые соли на 75 процентов состоят из гидрокарбоната натрия и примерно на 10 процентов из соды) (Табл. 1, образец воды II.).

Воды, получившие при просачивании содовый характер засоления, скопляются в корытообразном геологическом понижении бассейна (Рис. 1).

Гидрологические условия при постепенном перекрытии бассейна наложили свой отпечаток на процессы почвообразования. Среди них все более значительным становится луговой процесс почвообразования, который постепенно получает господствующее значение.

В настоящее время скопляющиеся в бессточном бассейне воды оказывают влияние на формирование почв, их свойств и большая часть бассейна занята почвами гидроморфного ряда (луговые почвы, луговые солонцы).

Особенно резко влияние гидрологических условий сказывается там, где в толщу отложений, образующих бассейн, вклиниваются глинистые линзы и водоупорные горизонты, богатые коллоидами. Здесь уровень вод, накапливающихся под почвенной поверхностью, подвержен значительным колебаниям, а в отдельные периоды года поднимается совсем близко к дневной поверхности. Во влажные времена года большая часть выпадающих на

холмы осадков не задерживается на их склонах (благодаря неблагоприятным водным свойствам почв) стекает по направлению к бассейну, и там, накапливаясь в корытообразном геологическом понижении, наполняют его почти до поверхности (Рис. 1.).

Благодаря тому, что здесь грунтовые воды сильно щелочные и содержат соли натрия и соду, почвообразовательный луговой процесс переплетается с процессом засоления, и район распространения луговых почв пестрит пятнами засоленных почв.

При поднятии уровня грунтовых вод в почвенном профиле происходит процесс преобразования, подобный тому, который мы наблюдаем при движении вод по направлению к бассейну.

При действии сильно щелочных содовых, но с небольшим содержанием солей грунтовых вод, содержание воднорастворимых солей в почве не изменяется значительно, но соотношение ионов показывает существенные изменения.

Под влиянием сильно щелочной реакции среды растворимость солей кальция и магния значительно снижается и растворенные соли щелочно-земельных металлов переходят в нерастворимые формы и их накопление постепенно приводит к образованию известково-аккумулятивного горизонта (CaCO_3 30—35%). Большая часть водорастворимых солей (80—90 процентов) представлена солями натрия, в первую очередь гидрокарбонатом натрия и содой (Рис. 2.).

Соответственно этому в почвенном растворе с сильной щелочной реакцией доминируют только ионы натрия, вот почему поглощающий комплекс почвы в сильной степени насыщен натрием. Количество натрия в процентах от емкости поглощения часто составляет, а иногда превышает, 75—80 про

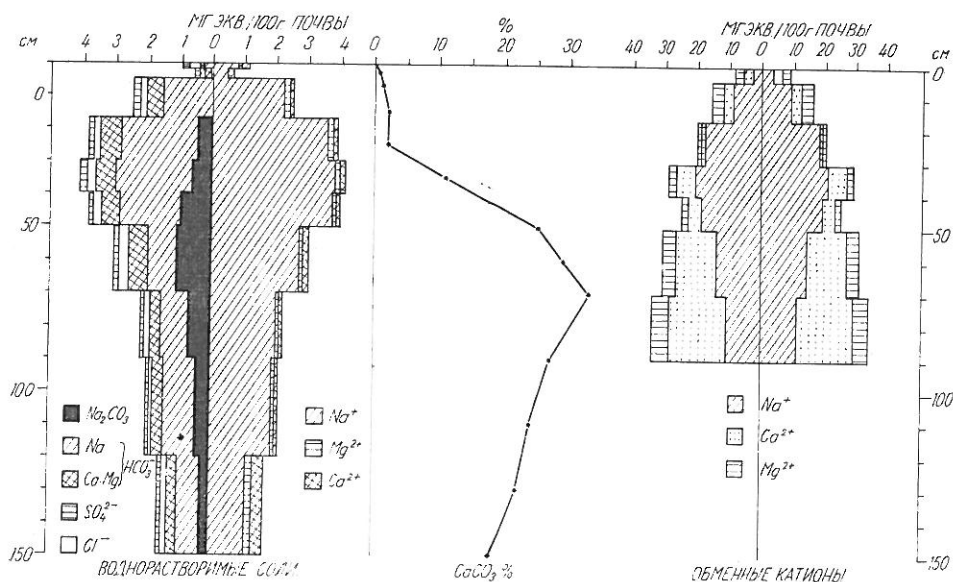


Рис. 2.

Данные лабораторных химических анализов исследуемых засоленных почв



Рис. 3.
Поверхность исследуемых засоленных почв



Рис. 4.
Поверхность исследуемых засоленных почв

центов, даже в том случае, когда содержание водорастворимых солей в горизонте соленакопления не превышает величины 4—4,5 мг.экв. на 100 гр почвы (Рис. 2.). Этот горизонт встречается в почвенном профиле на глубине 20—50 сантиметров, над известково-аккумуляционным горизонтом (на глубине 60—80 сантиметров), что подтверждает высказывание о влиянии поднятия содово-засоленных грунтовых вод на развитие процесса засоления (Рис. 2.).

Процессы выщелачивания, действующие сверху вниз, возможны только в самых верхних горизонтах почвы, но и здесь они ограничены из-за неблагоприятной водопроницаемости, создаваемой присутствием соды и насыщенностью поглощающего комплекса почвы ионами натрия. Ясная столбчатая структура в горизонте 2—20 сантиметров подтверждает, что этот процесс в прошлом был намного интенсивнее.



Рис. 5.

Поверхность исследуемых засоленных почв

Образованные таким образом луговые корковые солонцы обладают отрицательными водно-физическими свойствами, и это, наряду с сильно-щелочной реакцией среды, является причиной их низкого плодородия. Они непригодны под вспашку, растительность на этих почвах представлена главным образом *Festuca rubra* и *Festuca pseudovina* на более плохих участках *Statice Gmelini*, *Artemisia monogyna*, *Puccinellia limosa*, *Comphorosma ovata* и *Lepidium cartilagineum*, но часто поверхность почвы совершенно лишена растительности (Рис. 3., 4. и 5.).

Низкая водопроницаемость и влагоемкость почв еще больше усугубляют влияние вод, приводя к периодическому застаиванию их на поверхности почвы, и в конечном итоге — к распространению и углублению засоления. На вышеуказанной территории, например, можно наблюдать как из года в год пятна засоленных почв концентрически увеличивают свой размер.

В тех районах, где поверхностные засоленные воды испаряясь высыхают, или содово-засоленные грунтовые воды по капиллярам поднимаются к почвенной поверхности, там наблюдается накопление солей натрия, в первую очередь NaHCO_3 (8—10 мг.экв. на 100 гр почвы).

Эти нежелательные процессы можно остановить только коренным изменением дренажных условий бассейна, облесением склонов холмов (т. е. ограничением движения воды, происходящего в сторону более пониженных элементов бассейна) и только полным изменением водного режима можно направить процесс выщелачивания в сторону остепнения почв.

A Peculiar Case of Sodid Alkalinization in Hungary

GY. VÁRALLYAY

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences,
Budapest

Summary

A peculiar case of sodid alkalinization may be observed on the outskirts of Iván village, in Northwest Hungary. There the alkali soils, which are of limited extent, occur among brown forest soils on a prealpine area belonging to the relatively humid vegetation zone of oaks. Sodium carbonate has played a distinct part in the soil genesis taking place under natural conditions almost before our very eyes.

The area concerned is a basin surrounded by a chain of hills. The once favourable drainage conditions of the basin have become gradually worse because of extensive deforestation. The water-regime properties of the slopes' loose soils are affected by a layer of gravel cemented together by clay at a depth of 20—40 cm. That is why an intensive process of erosion has started on the slopes of the hills which are becoming bare as a result of deforestation. The foregoing has resulted in the gradual siltation and jamming of the basin which, although it once had excellent drainage conditions, is now an area without an outlet.

The rainfall that the area gets moves across on or under the surface towards the lowest parts of the basin because of the synclinal geological structure. The water infiltrating the soil dissolves some of the salt content of the permeated sediments. Because the soluble salt content of most of the sediments (pleistocene gravel, pleistocene sand and silty sand) forming the basin is low, the quantity of salt dissolved is not large and it consists mainly of Ca- and Mg-salts.

A much more significant change takes place when water infiltrating the clayey loess, which is rather thin, becomes enriched with a predominance of sodium hydrocarbonate. Under certain conditions the sodium hydrocarbonate may change into sodium carbonate and so it must be considered as a source of soda.

In spite of the fact that very small quantities of sodium hydrocarbonate and especially of sodium carbonate are involved in such cases, the change is very significant since it results in a considerable increase in the pH value and it causes a profound change in salt solubility. Most of the dissolved Ca-carbonates and Mg-carbonates, and even their hydrocarbonates, precipitate in an insoluble form because of the decrease in solubility and form horizons of lime accumulation.

The increase in the degree of concentration of the solution characteristic of basins without an outlet requires a special interpretation in the Iván basin: the dissolved salt-content of the waters does not increase but the composition becomes dominated by sodium carbonate and sodium hydrocarbonate and the pH value rises over 9.

These waters, becoming sodic in the course of their movements, accumulate in the geological syncline of the basin. At places, where clay lenses and impermeable layers rich in colloids are wedged in the fine sediments forming the basin, their average levels at least temporarily may rise almost to the surface. Consequently the annual fluctuation of the water-tables is very significant because of the peculiar natural conditions. The end result is an extensive drainage area with a bad water-regime.

Where the soil is affected, at least temporarily, by ground-waters containing sodium carbonate, the processes of alkalinization commence. As the watertable rises a change in composition, similar to the one mentioned above, takes place: the water-soluble salt-content of the water does not increase significantly because of the decrease in the solubility of Ca- and Mg-salts and their precipitation in an insoluble form, forming horizons of lime accumulation. Salt composition is dominated almost exclusively by sodium salts, mainly by sodium hydrocarbonate and, with some sodium carbonate. That is why sodium ions dominate exclusively in the strongly alkali soil solution and because of this the absorption complex of the soil is saturated with sodium to a very high degree (80 S%) in spite of the relatively low salt-content.

The physical and water-regime properties of alkali soils formed in this manner are very unfavourable and the fertility of the soils is rather poor.